

УТВЕРЖДАЮ
Врио заместителя начальника училища
по учебной и научной работе
кандидат технических наук, доцент
А.Спирин
«20» января 2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Джамил Джалил Садун Джамил «Адаптивный алгоритм передачи изображений по беспроводной линии связи на основе MIMO-принципа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что исследование Джамил Д.С. направлено на решение важной научной и практической задачи повышения качественных характеристик передачи мультимедийных данных в системах широкополосного доступа при сложных условиях распространения радиоволн. Сложность решаемой задачи постоянно возрастает вследствие высоких темпов урбанизации, возрастания требований к скорости передачи данных и помехоустойчивости системы передачи данных.

Научная новизна результатов диссертационной работы определяется модернизацией адаптивного алгоритма формирования пространственных характеристик направленности, обеспечивающей возможность снижения вероятности битовой ошибки, модификацией трехмерной модели канала WiMAX, которая позволяет учитывать геометрическую конфигурацию антенной системы, возможность перемещения приемника. Во введении достаточно полно описана актуальность систем связи на основе технологии MIMO-OFDM с указанием в числе недостатков отсутствия адаптации сигнала. Но автор не учитывает, что использование сигналов с OFDM применяется в стандарте 802.11ac, который был утвержден в 2015 году, и в стандарте 802.11ax, который был утвержден в 2019 году. В данных стандартах именно за счет функции адаптации создается многопользовательский режим «Multi User», что и определяет название данных стандартов «MU-MIMO». В этом и не только состоит отличие данных стандартов от стандарта 802.11n.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они обеспечивают возможность повышения помехоустойчивости широкополосной системы передачи данных. Практическая значимость результатов и подтверждается проведенным автором моделированием.

Согласно автореферату, результаты опубликованы в двух статьях в рецензируемых изданиях из Перечня научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук, соответствующих научным специальностям 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения...., и в пяти статьях в международных научных изданиях, индексируемых в Scopus, что соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ.

По автореферату диссертации имеются следующие **замечания**.

1. Автореферат изобилует орфографическими и синтаксическими ошибками (более 20-ти). Начиная с разницы падежей (напр. стр. 3 «основными критериями являются скорость передачи информации») и заканчивая пропуском окончаний в словах (напр. стр. 14 «...черно-белого изображения с применение алгоритма адаптации...»).

2. В ходе изложения автор допускает различные смысловые неточности и вольность трактовки строгой научно-технической терминологии, что ведет к затруднению понимания сути работы. Примеры такой вольной трактовки представлены словами «среда с переотражениями», «...прямой путь, который имеет наибольшую мощность.», «многопутный канал», «...модулируемой среды...», «пространственный поток».

3. Темой работы является «Алгоритм ...», однако в автореферате не приведено никакого описания заявленного Алгоритма!

4. Целью работы является *«Повышение пропускной способности, снижение вероятности битовой ошибки, а также среднеквадратического значения ошибки яркости и цветности при передаче изображений в канале радиосвязи с многочисленными переотражениями путем разработки адаптивного алгоритма с пространственной обработкой сигналов»*. Ввиду того, что в цели не указана принадлежность целевого показателя *пропускная способность*, отсутствует возможность оценить степень достижения цели!

5. Среди заявленных целей работы явное подтверждение находят две из трех, это *«Снижение вероятности битовой ошибки, а также среднеквадратического значения ошибки яркости и цветности при передаче изображений в канале радиосвязи...»*.

6. В формулах (1)-(4) допущены технические ошибки, не пояснены входящие в формулы элементы, что затрудняет проверку возможности их вычислимости и соответствие единиц измерений.

7. В автореферате операция $()^H$ обозначена как транспонирование (стр. 10 после ф. 8), а в диссертации – как операция Эрмита сопряжения.

8. На стр. 10 в предложении после формулы (7) дается ссылка на отношение сигнал/шум (6), хотя формула (6) представляет собой математическую модель принятого сигнала, как сумму переданного сигнала и шума. При этом формула (7) трактуется как отношение сигнала к сумме шума и помехи. Формула для описания помехи или ее обособление в выражении (7) отсутствует.

9. Слово «многопутный», скорее всего, является дословным переводом «multipath», однако в отечественной научной литературе советского и настоящего периода принят устоявшийся термин «многолучевой» относительно модели канала связи.

10. 3D-модель канала связи, представленная на рисунках 1-2, без уточнений и дополнительных пояснений является аналогом модели Райса, развернутой в двух плоскостях. Модель представляет интерес. Но отсутствие поясняющих примеров и сравнения с известными моделями не позволяет проверить уровень ее адекватности и точности.

11. На рис. 3 в имитационной модели предлагаемой системы, разработанной с помощью пакета Simulink, отсутствует блок антенн. Вместе с тем, автором заявлено (см. стр. 5 «Научная новизна работы»), что алгоритм адаптации основан на изменении параметров антенной решетки.

12. Выражение (7) и рисунок 4 не несут в себе научной новизны, являются тривиальными, описанными в трудах Р.А. Монзинго, Т.У. Миллера, и дающими основу для глубокой проработки проблем адаптивных антенных решеток, представленной в трудах Д.Д. Габриэльяна, А.Н. Новикова и др. В автореферате, как и в самой диссертации, ссылок на указанных авторов нет.

13. На рисунках 5 и 6 представлены зависимости вероятности битовой ошибки при различных видах цифровой манипуляции для систем SISO и 2×2 MIMO, однако не приведены данные о типах помехоустойчивого кодирования, что затрудняет анализ результатов моделирования.

14. Графики на рисунках 5-7 не несут смысловой нагрузки и являются тривиальными для области изучения технологии MIMO и теории передачи сигналов, поскольку не приведены данные о типах помехоустойчивого кодирования, типе шума и т.д. Данные рисунки могли бы быть заменены на графики сравнения вероятностей ошибки для предлагаемой модели канала связи и модели Райса.

15. На рисунках 7, 12 приведены графики «Зависимости пропускной способности канала от количества MIMO антенн», однако, судя по подписи на оси ординат графиков, на рисунках – зависимости нормированной по частоте пропускной способности.

16. Не пояснено, почему выбрана величина SNR на рисунках 5-8 и 9-12, а не ставшая классической E_b/N_0 .

17. Из автореферата не ясен смысл рисунка 9, не приведены единицы измерения. Не приведено сравнение формируемой диаграммы направленности с известным реализуемым способом.

18. Рисунки 13, 14 не информативны, так как не снабжены пояснениями о всех условиях моделирования – количестве итераций, параметре шумов и т.д. Эффективность предлагаемого алгоритма показали бы объективные метрики и подробные условия моделирования!

19. Рисунки 15, 16 не информативны, поскольку, кроме изложенного выше, по распечатанному на черно-белом принтере автореферату сложно проводить анализ изначально цветных изображений.

С учетом приведенных замечаний можно констатировать, что цель работы в целом достигнута.

Отмеченные замечания не смогли оказать критического влияния на общую положительную оценку результатов диссертации.

Заключение. Судя по автореферату, диссертация Джамил Д.С. «Адаптивный алгоритм передачи изображений по беспроводной линии связи на основе ММО-принципа» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой **решена актуальная научная задача** разработки адаптивного алгоритма передачи изображений по беспроводной линии связи на основе ММО-принципа.

Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней в ЮФУ, а также паспорту научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения (пункты 2, 3, 5, 6 паспорта). Автор диссертации, Джамил Джалил Садун Джамил, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании 23 кафедры (защиты информации в радиопереносных системах и комплексов вооружения, военной и специальной техники) Краснодарского высшего военного училища 17.01.2024, протокол № 09.

Отзыв составил

Докторант Краснодарского высшего военного училища
кандидат технических наук, доцент



Головской Василий Андреевич

Начальник 23 кафедры
Краснодарского высшего военного училища
доктор технических наук



Махов Денис Сергеевич

«19» января 2024 г.

Краснодарское высшее военное училище,
350063, Россия, г. Краснодар, ул. Красина, д. 4